

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Направление подготовки/профиль: 22.06.01 Технологии материалов / 05.16.01

Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Школа: Инженерная школа новых производственных технологий

отделение Материаловедение

Научно-квалификационная работа

Тема научно-квалификационной работы	
СТРУКТУРНО-МАСШТАБНЫЕ УРОВНИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ И РАЗРУШЕНИЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ	
УДК <u>669.295.5.018.44:621.791.052-047.64:539.374</u>	

Аспирант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
А4-47	Смирнова Анастасия Сергеевна		

Руководителя профиля подготовки

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Овечкин Борис Борисович	Кандидат технических наук		

Руководитель отделения

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Клименов Василий Александрович	Доктор технических наук		

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Панин Виктор Евгеньевич	Академик РАН, доктор физико- математических наук		

Томск – 2018 г.

На сегодняшний день перед исследователями всего мира стоит актуальная задача повышения ресурса работы высоконагруженных объектов, работающих в тяжелых условиях больших циклических нагрузок. К таким объектам относятся конструкции, применяемые при освоении Арктики, в авиастроении, машиностроении, кораблестроении и космической сфере. Однако наличие сварных соединений в конструкциях нагруженных изделий может привести к преждевременному развитию процесса разрушения, так как сварные швы являются протяженными концентраторами напряжений. Без дополнительных обработок зоны сварного шва усталостная долговечность всей конструкции существенно уменьшается по сравнению с усталостной долговечности основного материала.

В связи с этим, целью настоящей научно-квалификационной работы является исследование механических свойств, усталостных характеристик и структуры сварных соединений высокопрочных титановых сплавов, выполненных разными видами сварки плавлением, прошедших обработку поверхностных слоев ультразвуковой ковкой (УЗК) и комбинированной обработкой с применением УЗК + высокочастотного электрофизического воздействия (ВЭВ).

В работе экспериментально обоснована эффективность использования ультразвуковойковки и УЗК+ВЭВ для сварных соединений среднелегированных титановых сплавов BT8 -1, BT18У и BT23.

Методами электронной микроскопии высокого разрешения установлено, что после УЗК сварного соединения в его поверхностном слое толщиной 7-10 мкм обнаруживается высокодисперсная нанокристаллическая структура с размером зерен менее 0,1 мкм.

Установлены закономерности влияния УЗК и УЗК+ВЭВ на характеристики прочности, пластичности, усталостной долговечности, микростроение рельефа изломов сварных соединений BT23, BT18У, BT8-1. В результате УЗК и УЗК+ВЭВ усталостная долговечность: BT18У (дуговая сварка в аргоне) – увеличилась в 4,6 раза, BT8-1 (линейная сварка трением) – в 2,5 раза, BT23 (электронно-лучевая сварка) – в 1,4 раза, BT23 (лазерная сварка) – в 2 раза.

На фрактурах изломов обработанных УЗК образцов сварных соединений титановых сплавов после усталостных испытаний выявлено чередование полосчатого и вязкого микрорельефа, с формированием в последнем наноразмерных пластических ротаций. С использованием метода корреляции цифровых изображений показано, что скорость распространения усталостной трещины в образцах сварных соединений сплава BT23 после УЗК+ВЭВ существенно снижается.

Разработан способ комплексного воздействия на сварное соединение, путем совместного воздействия УЗК+ВЭВ. Данный способ, воздействуя через электронную подсистему на структурно-фазовое состояние обрабатываемого материала, позволяет обрабатывать хрупкие высокопрочные материалы на всю толщину сварного соединения, тем самым существенно повышает их усталостные характеристики и ресурс работы.